

公開実用 昭和60—14679

19 日本国特許庁 (JP)

11 実用新案出願公開

12 公開実用新案公報 (U)

昭60—14679

51 Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

43 公開 昭和60年(1985)1月31日

H 02 K 41 03

7319—5H

B 41 J 23 32

7513—2C

審査請求 未請求

(全 頁)

54 リニアバルスモータ

72 考案者 伊藤清志

川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

21 実 願 昭58—106860

22 出 願 昭58(1983)7月8日

73 出 願 人 富士通株式会社

川崎市中原区上小田中1015番地

72 考 案 者 小林睦司

川崎市中原区上小田中1015番地

74 代 理 人 弁理士 井桁貞一

富士通株式会社内

ンタの印字用キャリッジを搭載してブラテンと平行に往復運動を行う LPM に関する。

(b) 技術の背景

近年オフィスオートメーション機器の発達普及に伴ない、欠かすことのできなくなって来ているものとしてプリンタがある。このプリンタにしても各種のものが考案開発されているが、共通して言えることは、第1図に見られるように印字用キャリッジ30を搭載して、矢印イ、ロ方向すなわちブラテン22と平行運動を行なうものとして、最近LPMが用いられて来ている。ただし第1図において31は用紙、40はタイプホイール、32はインクリボンをそれぞれ示す。

このキャリッジ30を搭載して所定のステップ量で直線運動を行なうLPMは周知のソーヤの原理に基づいて動くもので、第2図(a)に示したような構造をしており、コア50aに巻かれているコイルホとニならびにコア50bに巻かれているコイルホとへはそれぞれ直列に巻かれ、そのリード線は図示されていないがそれぞれ移動子1の左右にまと

めて振り分けられており、それぞれ正負のパルス信号が印加される。なお51は永久磁石、2はローラ、23は固定子6の歯である。移動子1は固定子6の上を所定のステップ量で矢印B方向に移動するようになっている。ちなみに第2図(b)はこのLPMの正面図を示したもので、先の第2図(a)は当該第2図のA~A'断面を示すものであり、第2図(a)の溝24は第2図(b)の固定子6中に掘り込んで作られたものであり、そのため第2図(b)中では点線で描かれている。

この第2図(a),(b)に示されたLPMの移動子1は、その上に第1図に示したキャリッジを搭載して移動し、図示しないインパクト機構により活字をリボン32、紙31を介してブラテンに押圧することにより用紙31上に印字を行なう。

#### (c) 従来技術と問題点

従来のLPMは第2図(a),(b)にその構造ならびに各部の名称を示した通りであるが、このようなLPMにおいて、インパクト機構がブラテンを押圧する力はタイプホイール40中の活字ごとに異な

っている。そしてこの押圧力がプラテンに加われ  
ば、当然その反力がキャリッジに加わり、その結  
果として移動子1は矢印り方向の変位を生じる。  
この変位は打たれる活字が変わるごとに異なるの  
で、用紙31に次に印字される字は薄くなったり濃  
くなったりあるいは顕著な場合には全く印字がな  
れなくなってしまうたりし易く不都合なことが多  
いものであった。



この移動子1が変位し易い理由をLPMの構造  
上から更に詳しく説明すれば次の通りである。

まず第3図にLPMの固定子6の構成例を示し  
たが、これは厚さもの高透磁性の板9にエッチン  
グなどにより例えば方形状の穴をあけ、これを同  
じく高透磁性の基材10に貼り合わせたものである。  
こうすることによって第3図のZ~Z'断面には規  
則正しい凸凹が固定子の長手方向並び、凸部すな  
わち23の部分が固定子の歯、凹部すなわち24の部  
分が溝となる。



ここで第4図(a)、第5図(a)に示したように移動  
子1の歯幅 $h$ は固定子6の歯幅 $l$ と同じかそれよ

り小さく作られているものとする。なおこれら両図中には固定子 6 と移動子 1 との間に生じる磁力線オも同時に示されている。

今、第 4 図(a)に示したように固定子 6 の歯と一致して移動子 1 の歯 40 がある時は磁力線は左右対称に分布する。しかし第 4 図(b)に示したように移動子 1 が横方向にわずかに変位すると、へとして示した磁力線が生じるために磁力線分布の対称性は失なわれ、固定子 6 の歯の無い部分 11 では磁気抵抗が小さくなり、その結果磁気力  $F$  が働いて移動子 1 の横方向の変位が増す。

また第 5 図(b)のように固定子 6 の歯幅  $L$  が移動子 1 の歯幅とよりも大きい場合は、同図に描かれているように磁力線分布に変化が生じないために歯幅方向に磁力が働かず移動子 1 は変位したままとなる。

この移動子の変位を抑制する目的で各種の方法が考えられている。すなわち第 6 図(a)は固定子 6 に凸状のレール 52 をもうけ、これに溝 24 を切り込んだ上で移動用ローラ 2 の端面 3 でレール 52 をは

さむ方法、第6図(b)は片側の移動用ローラ2にフランジ5を設け、固定子6にもうけられた固定子の長手方向と平行な溝7でガイドする方法、また第6図(c)は移動子1の両側にアーム36をもうけ、これに変位抑制用のローラ8を設ける方法である。しかし第6図(a)の方法では端面3と凸状の部分52との間の摩擦があるし、第6図(b)の方法ではフランジ5と固定子6とが衝突して駆動負荷が増すという欠点があり、第6図(c)の方法は新たなローラ8やアーム36を設けなければならないので機構が複雑で、いきおい高価にならざるを得ないなどの欠点がある。

(d) 考案の目的

本考案は上記従来の欠点に鑑みてなされたもので、齒幅方向に外力や不均一な力が加わってもその齒幅方向の変位を生じないLPMの提供を目的とする。

(e) 考案の構成

そしてこの目的は本考案によれば、所定のピッチで配列された齒を有する固定子と、前記ピッチ

と異なるピッチで配列され前記固定子の歯と対向した歯を有すると共に当該歯を励磁する電磁石手段を備えた移動子とよりなり、上記電磁石手段の励磁を制御することにより上記移動子が固定子に対して直線運動を行なうリニアパルスモータにおいて、前記固定子の歯の各々は前記移動子の運動方向と直角方向の両端が非磁性となさせると共に、移動子の運動方向と直角方向における移動子の歯幅を $l$ 、固定子の歯幅を $L$ とした時、 $l \geq L$ なる関係が成立するように構成したことを特徴とするリニアパルスモータによって達成される。

(f) 考案の実施例

以下本考案の実施例を図面を用いて詳述する。

第7図(a)および第8図(a)は本考案に係るLPMの構造を示す正面図であるが、簡単のためローラ8は省略されて描かれている。

この本考案に係るLPMはこれら両図より容易にわかるように、移動子1の歯40と対向した固定子6の歯23が基台6より突出した構造となっており、これを斜視図に描けば第9図のようになる。

すなわちこの固定子は第3図に示した固定子と異なって、第9図中の11として示した部分が例えば切削によって除去され、その結果、固定子の歯23の各々は移動子1の運動方向（固定子の長手方向）と直角方向の両端が非磁性となされている。

さらに本考案に係るLPMは第7図(a)，第8図(a)より判るように上記の基台10より突出した固定子の歯幅Lが移動子1の歯幅 $l$ と同じかあるいは小さく（ $L \leq l$ ）選ばれている。

今、移動子1に外力が加わって該移動子が第7図(b)，第8図(b)のように変位を起すと、磁力線オはこの2つの図に描かれているようにゆがみを生じ磁気抵抗は増加してしまう。しかしこの場合磁気抵抗は逆に減少しようとする傾向を生じるから復元力Pが生じ、移動子1は再び第7図(a)，第8図(a)に見られるように固定子6の歯23の直上部において左右対称の正しい形で走行しうようになる。

第10図(a)，第11図(a)は本考案の変形実施例であって、固定子6の歯は23a，23bあるいは23cと



いうように複数に分割されており、移動子 1 の歯も同様に 40 a, 40 b あるいは 40 c というように小分けされて対向している。

このようにすればこれら両図からも判るように変位に対する磁気抵抗の変化率が高まるので、第 10 図(b)、第 11 図(b)のように移動子が固定子に対して変位を起してもその復元力は一層に強まる。

この場合第 10 図および第 11 図を例にとって言及すれば、先の  $l \geq L$  なる条件は対向する歯ごとに、満足される必要がある。

第 12 図(a)および(b)は上記変形実施例における例えば固定子の構成法を示したもので、固定子を例えば薄い硅素鋼板を打ち抜いて作った歯のある部分の板状部材 12 と歯のない部分の板状部材 13 をそれぞれ複数個作っておきこれを所定の順番に従って矢印ル方向に積層することによって第 12 図(b)のような固定子を作る。

このようにすれば一般のモータと同じようにコアとして働く固定子中に流れる渦電流は減少し、  
従って低損失でかつ高速動作が可能<sup>な</sup> L P M が得

られることになる。この場合固定子を上記のように板状部材の積層で作るならば移動子もこれにならうべきことはもちろんである。

なお、本考案において、移動子1の支持方法はローラでなく第13図中で14として示した球を用いると移動子の変位した場合でも復元が容易となる。

また第14図に示したように、ローラ2のフランジ5と固定子6の溝7等の機械的な変位抑制手段を補助的に併用するのもよく、この場合には従来の場合よりもフランジ5と溝7間の摩擦、衝撃負荷が軽減される。また、インパクトシリアルブリンタのキャリッジ駆動源として用いた場合は、第2図(a)に示されている永久磁石51のかわりに電磁石を使用し、インパクトするときのみ該電磁石を励磁してもよい。

#### (g) 考案の効果

以上、詳細に説明したように、本考案のリニアパルスモータは簡易構成で、しかも復元力が高いので、実用上多大の効果が期待できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図はプリンタの要部概要図、第 2 図は従来のリニアバルスモータを示し、第 2 図(a)は断面図、第 2 図(b)は正面図、第 3 図は従来の固定子の斜視図、第 4 図(a)、(b)は従来の固定子の歯幅と移動子の歯幅が等しい場合を示した図、第 5 図(a)、(b)は従来の固定子の歯幅が移動子の歯幅よりも広い場合を示した図、第 6 図(a)、(b)、(c)は従来のリニアバルスモータの移動子の変位抑制手段を示した図、第 7 図(a)、第 8 図(a)は本考案に係るリニアバルスモータの構造を示す正面図、第 7 図(b)、第 8 図(b)は第 7 図(a)、第 8 図(a)に示したリニアバルスモータに外力が加わった場合に移動子は変位するが直ちに復元力が働く様子を示した図、第 9 図は本考案に係るリニアバルスモータの固定子の構造を示す図、第 10 図(a)、第 11 図(a)は本考案の第 1 の変形実施例を示す図、第 10 図(b)、第 11 図(b)はこの変形実施例において復元力が生じる様子を示した図、第 12 図(a)、(b)は本考案のリニアバルスモータの特に固定子を積層板で構成する場合を示した図、第 13 図は本考案に補助的手段をとりつけた様子を示

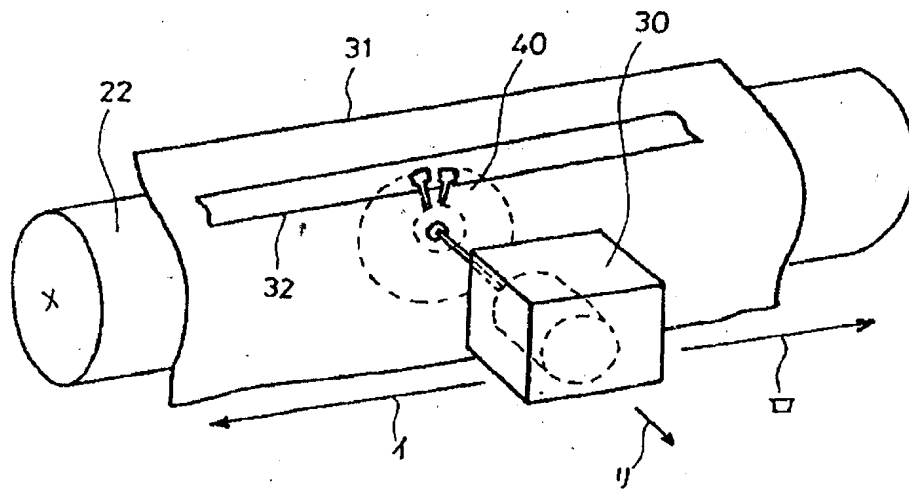
した図である。

図面において、1は移動子、2はローラ、5はフランジ、6は固定子、7は溝、14は球、23, 23 a, 23 b, 23 cは固定子の歯、24は溝、40, 40 a, 40 b, 40 cは移動子の歯をそれぞれ示す。

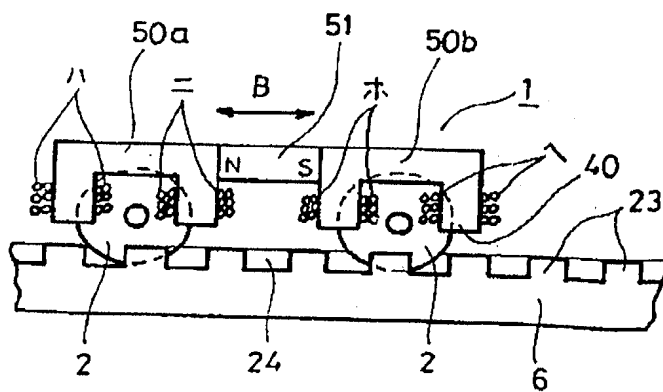
代理人 弁理士 井 桁 貞 一



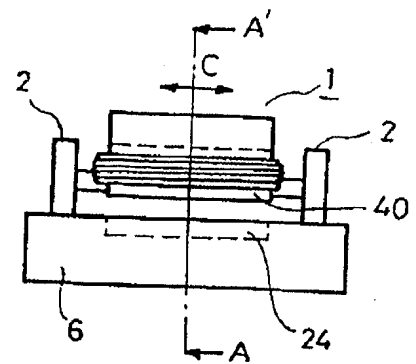
第 1 図



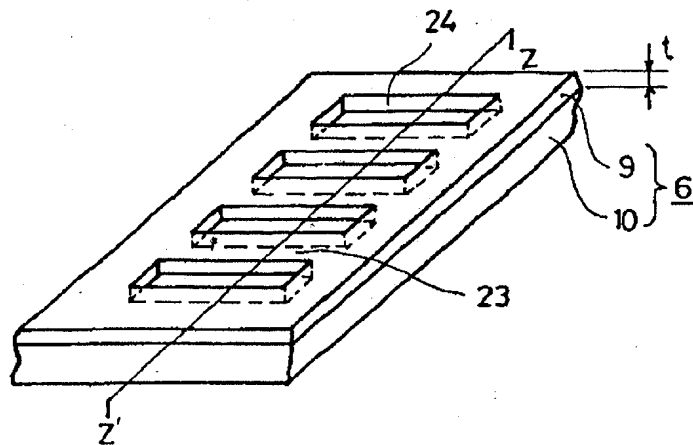
第 2 図 (a)



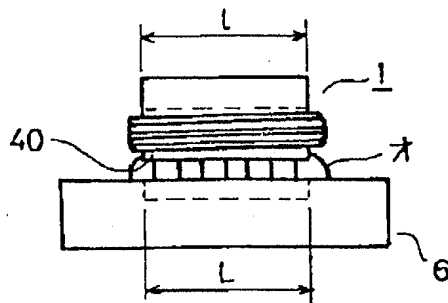
第 2 図 (b)



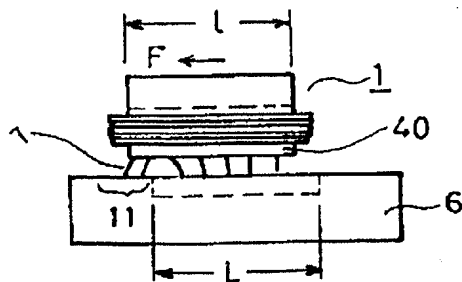
第 3 図



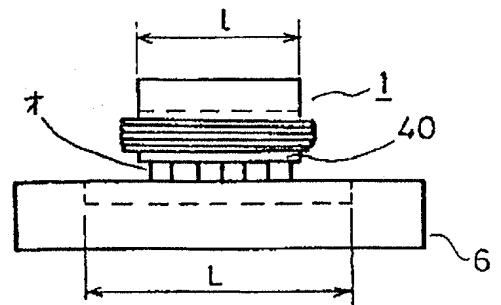
第 4 図 (a)



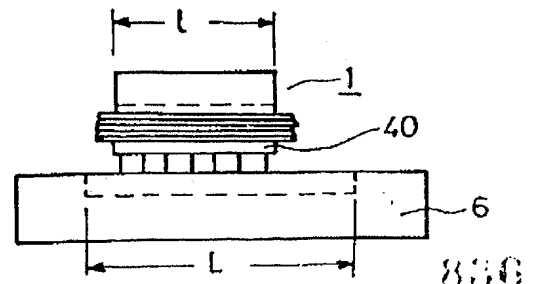
第 4 図 (b)



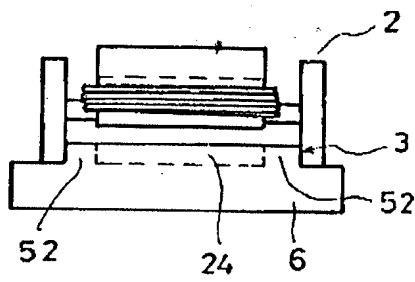
第 5 図 (a)



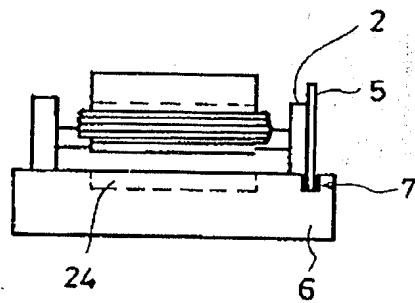
第 5 図 (b)



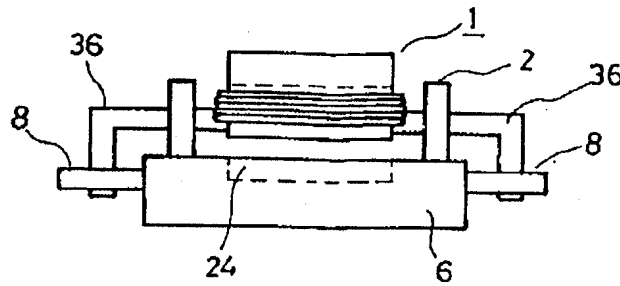
第 6 圖 (a)



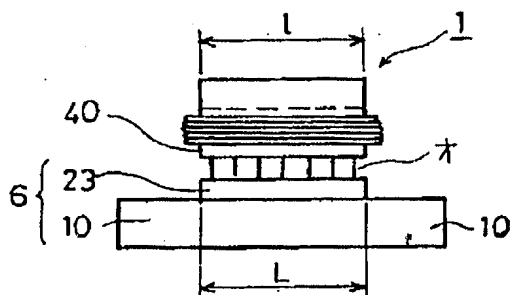
第 6 圖 (b)



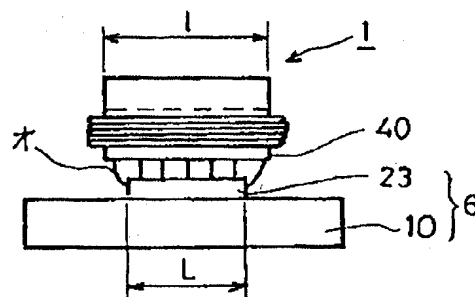
第 6 圖 (c)



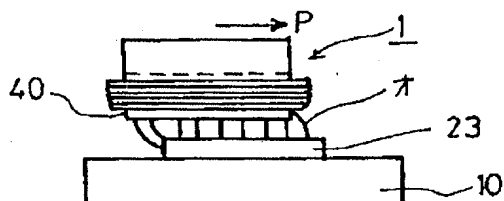
第 7 図 (a)



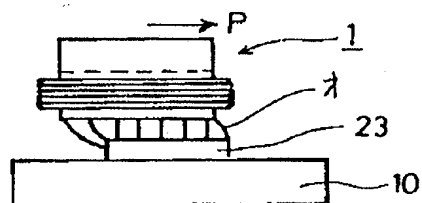
第 8 図 (a)



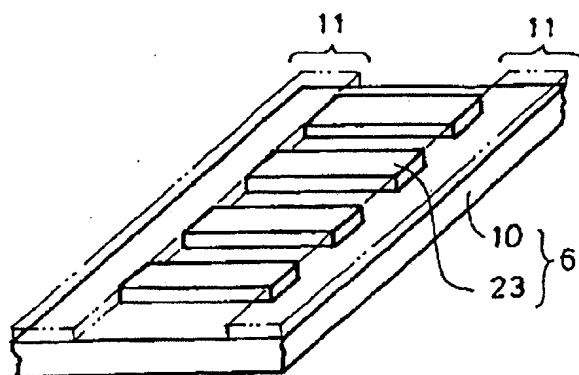
第 7 図 (b)



第 8 図 (b)

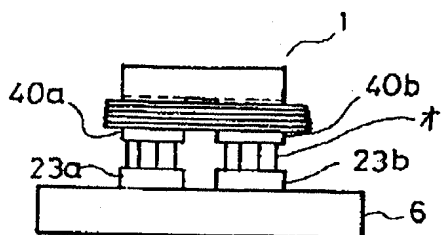


第 9 図

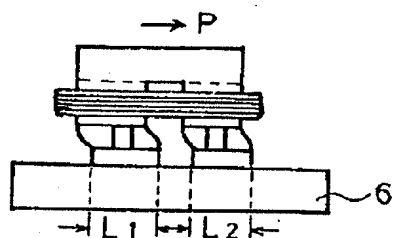




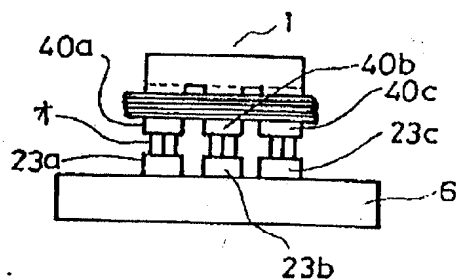
第 10 圖 (a)



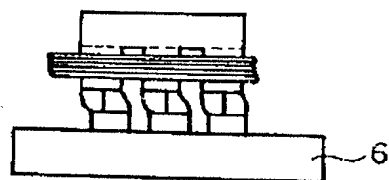
第 10 圖 (b)



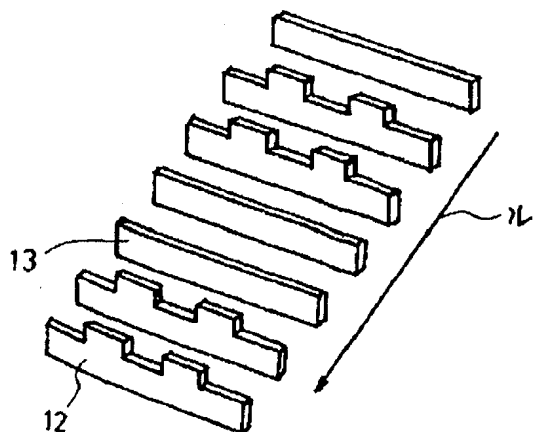
第 11 圖 (a)



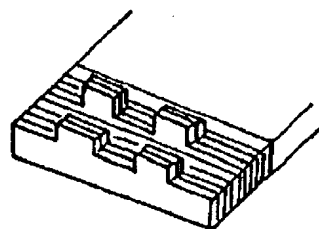
第 11 圖 (b)



第 12 圖 (a)

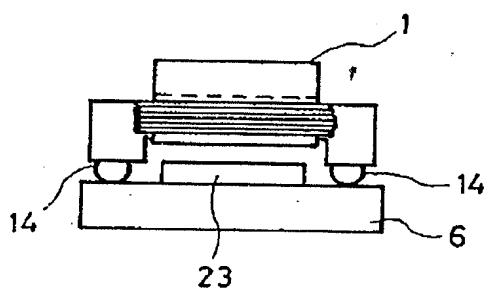


第 12 圖 (b)

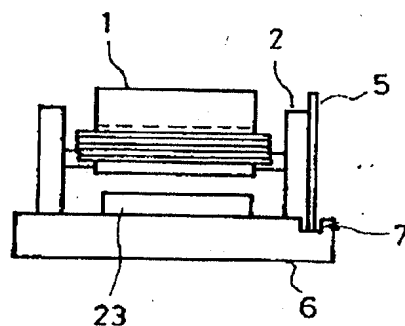


839

第 13 図



第 14 図



代理人 井 理 士 井 桁 貞 一



手 続 補 正 書 (方式)

昭和58年10月28日

特 許 庁 長 官 殿

1. 事 件 の 表 示

昭和58年実用新案登録出願第 106860号

2. 考 案 の 名 称

リニアパルスモータ

3. 補 正 を す る 者

事件との関係 実用新案登録出願人

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(522) 名 称 富士通株式会社

代表者 山本卓真

4. 代 理 人

郵便番号 211

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(7259) 氏 名 弁理士 井 桁 貞 一

連絡先 電話 明石 (078) 936-1221

5. 補正命令の日付 昭和58年 9月28日

6. 補正の対象

明細書の「図面の簡単な説明」の欄

7. 補正の内容

実用0014679

841

方式  
審査

松島

(1) 明細書第12頁1行の「した図」の後に次のとおり挿入する。

「、第14図は機械的な変位抑制手段を補助的に併用した別の例を示す図」

以 上



PTO 03-1094

Japanese Kokai Model Application  
No. SHO 60[1985]-14679

LINEAR PULSE MOTOR

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON D.C. DECEMBER 2002  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL  
KOKAI UTILITY MODEL APPLICATION NO. SHO 60[1985]-14679

Int. Cl. <sup>4</sup> :	H 02 K 41/03 B 41 J 23/32
Sequence Nos. for Office Use:	7319-5H 7513-2C
Filing No.:	Sho 58[1983]-106860
Application Date:	July 8, 1983
Publication Date:	January 31, 1985
No. of Inventions:	(Total of pages)
Examination Request:	Not filed

LINEAR PULSE MOTOR  
[Rinia parusu mota]

Inventor(s) and address(es): Mutsushi Kobayashi and  
Kiyoshi Ito

Applicant(s) and address(es): Fujitsu, Ltd.

Amendments to this utility model have been included in the translation.

Claim

A type of linear pulse motor characterized by the following facts: it is composed of a stator having teeth set at a prescribed pitch and a moving element that has teeth set at a pitch different from said pitch and facing the teeth of said stator and has an electromagnetic means for exciting said teeth; by controlling excitation of said electromagnetic means, said moving element performs linear movement with respect to the stator; in this linear pulse motor, each of the teeth of said stator has its two ends in the direction perpendicular to the movement direction of said moving element non-magnetized, and, at the same time, the structure is such that the relationship

/1\*

---

\* Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

of  $l \mu L$  is met, where  $l$  represents the tooth width of the moving element in the direction perpendicular to the movement direction of the moving element, and  $L$  represents the tooth width of the stator.

#### Detailed explanation of the invention

##### (a) Technical field of the device

This device pertains to a type of linear pulse motor (also known as stepping driving device, to be referred to as LPM hereinafter), such as a LPM that carries a carriage performing reciprocal movement parallel to the platen in a printer for printing. /2

##### (b) Technical background

In the recent years, with development and widespread use of office automation equipment, printers have become indispensable. Various types of printers have been developed. However, they share a common feature, that as shown in Figure 1, each printer has carriage (30) for printing, and the carriage performs movement in the direction indicated by arrows A and B and parallel to platen (22). Recently, a LPM has been adopted. In Figure 1, (31) represents paper for printing, (40) represents a type wheel, and (32) represents an ink ribbon.

LPM has said carriage (30) carried on it and performs linear movement at a prescribed step amount works on the base of the well known Sawyer principle, and it has a structure shown in Figure 2(a). Coils C and D wound on core (50a) and coil E wound on core (50b) are wound in series, respectively. The lead wires (not shown in the figure) are located to the left and right of moving element (1). Positive and negative pulse signals are applied on them, respectively. (51) represents a permanent magnet; (2) represents a roller; and (23) represents teeth of stator (6). Moving element (1) moves on stator (6) in the direction indicated by arrow B with a prescribed step pitch. Figure 2(b) is a front view illustrating said LPM. Figure 2(a) is a cross-sectional view taken across A-A' in Figure 2 [sic, 2(b)]. Grooves (24) shown in Figure 2(a) are formed on stator (6) shown in Figure 2(b). Consequently, they are indicated with dot lines in Figure 2(b). /3

Moving element (1) of LPM shown in Figures 2(a) and (b) carries the carriage shown in Figure 1 on it and moves. By means of an impact mechanism not shown in the figure, the printing type is pressed on the platen through ribbon (32) and paper (31) to perform printing on paper (31).

##### (c) Prior art and problems to be solved

Figures 2(a) and (b) illustrate the structure and the names of the various parts of the conventional LPM. In this LPM, the force of the impact mechanism in pressing the platen depends on the printing type on type wheel (40). Naturally, as the pressing force is applied on the /4

platen, its reactive force is applied on the carriage. As a result, a displacement of moving element (1) in the direction indicated by arrow I is generated. As this displacement changes each time the printing type is changed, the letter next printed on paper (31) becomes lighter or darker, or, in certain cases, the next letter may not be printed at all. This problem occurs frequently.

The reason for easy displacement of moving element (1) can be explained in more detail as follows with respect to the structure of LPM.

Figure 3 is a diagram illustrating an example of the constitution of stator (6) of LPM. It is prepared by forming square holes on plate (9) with high permeability by means of etching or the like, followed by bonding on base material (10) also having a high permeability. In this way, on the cross-section taken across Z-Z' of Figure 3, regular bumps and dips are formed in the length direction of the stator, with bumps (23) acting as teeth of the stator and dips (24) acting as grooves.

As shown in Figure 4(a) and Figure 5(a), tooth width  $l$  of moving element (1) is formed equal to or smaller than tooth width  $L$  of stator (6). Also, magnetic field lines  $O$  generated between stator (6) and moving element (1) are also shown in these two figures. /5

As shown in Figure 4(a), when teeth (40) of moving element (1) become in agreement with the teeth of stator (6), distribution of the magnetic field lines becomes left/right symmetric. However, as shown in Figure 4(b), when moving element (1) makes a little displacement in the lateral direction, magnetic field lines  $F$  are generated, and distribution of the magnetic field lines become asymmetric. The magnetic resistance becomes smaller in portion (11) free of teeth of stator (6). As a result, magnetic force  $F$  acts to increase the displacement of moving element (1) in the lateral direction.

Also, as shown in Figure 5(b), when tooth width  $L$  of stator (6) is larger than tooth width  $l$  of moving element (1), as shown in this figure, no change takes place in the distribution of magnetic field lines. Consequently, no magnetic force acts in the tooth width direction, and moving element (1) is left displaced.

Various methods have been designed to suppress said displacement of the moving element. In the method shown in Figure 6(a), convex rail (52) is set on stator (6), and groove (24) is cut on the rail. End surfaces (3) of rollers (2) for movement hold rail (52) between them. In the method shown in Figure 6(b), flange (5) is formed on roller (2) for movement on one side, and it is guided in groove (7) formed on stator (6) parallel to the longitudinal direction of the stator. In the method shown in Figure 6(c), arms (36) are attached on the two sides of moving element (1), and rollers (8) for suppressing displacement are set on the arms, respectively. However, the methods shown in Figure 6 have their disadvantages. In the method shown in Figure 6(a), there is a friction between end surface (3) and convex portion (52). In the method shown in Figure 6(b), collision takes place between flange (5) and stator (6), so that the driving /6



load becomes higher. In the method shown in Figure 6(c), rollers (8) and arms (36) have to be set as new parts. Consequently, the mechanism becomes complicated, and the price becomes higher.

(d) Purpose of the device

The purpose of this device is to solve the aforementioned problems of the prior art by providing a type of LPM characterized by the fact that no displacement in the tooth width direction takes place even when an external force or an uneven force is applied in the tooth width direction.

(e) Constitution of the device

The aforementioned purpose of this device is realized by a type of linear pulse motor characterized by the following facts: it is composed of a stator having teeth set at a prescribed pitch and a moving element that has teeth set at a pitch different from said pitch and facing the teeth of said stator and has an electromagnet means for exciting said teeth; by controlling excitation of said electromagnet means, said moving element performs linear movement with respect to the stator; in this linear pulse motor, each of the teeth of said stator has its two ends in the direction perpendicular to the movement direction of said moving element non-magnetized, and, at the same time, the structure is such that the relationship of  $l \leq L$  is met, where  $l$  represents the tooth width of the moving element in the direction perpendicular to the movement direction of the moving element, and  $L$  represents the tooth width of the stator. /7

(f) Application Examples

In the following, this device will be explained with reference to application examples.

Figures 7(a) and 8(a) are front views illustrating the structure of LPM. Here, roller (8) is omitted to simplify the figures.

As can be seen from said two figures, the LPM of this device has a structure in which teeth (23) of stator (6) facing teeth (40) of moving element (1) protrude from base table (6). Figure 9 is an oblique view illustrating this structure. This stator differs from the stator shown in Figure 3. The portion indicated by (11) in Figure 9 is removed by, say, cutting. As a result, for each of teeth (23) of the stator, the two ends in the direction perpendicular to the movement direction of moving element (1) (the longitudinal direction of the stator) are made non-magnetic. /8

As can be seen from Figures 7(a) and 8(a), for the LPM of this device, tooth width  $L$  of the stator protruding from said base table (10) is equal to or smaller than tooth width  $l$  of moving element (1) ( $L \leq l$ ).

Now, suppose an external force is applied on moving element (1), displacement takes place for the moving element as shown in Figures 7(b) and 8(b). As a result, as also shown in said two figures, magnetic field lines  $\Phi$  make fluctuation, leading to increase of the magnetic resistance. However, in this case, recovering force  $P$  takes place so as to have a tendency of decrease in the magnetic resistance. As shown in Figures 7(a) and 8(a), moving element (1) travels in a strict left/right symmetric way right above teeth (23) of stator (6).

Figures 10(a) and 11(a) illustrate a modified application example of this device. The teeth of stator (6) are divided to plural [portions] (23a), (23b) or (23c). Also, the teeth of moving element (1) are divided to portions (40a), (40b) or (40c). /9

As can be seen from these two figures, the rate of variation in the magnetic resistance with respect to the displacement is high. Consequently, as shown in Figures 10(b) and 11(b), the recovering force becomes higher even when a displacement takes place for the moving element with respect to the stator.

In this case, as can be seen from the example shown in Figures 10 and 11, it is necessary to meet the condition of  $l \mu L$  for each of the facing teeth.

Figures 12(a) and (b) illustrate a method for forming the stator in said modified application example. As shown in Figure 12(b), the stator is prepared by laminating plural plate shape members (12) with tooth portion and plural plate shape members (13) without teeth prepared by punching thin silicon steel sheets in a prescribed sequence in the direction indicated by arrow K.

In this constitution, the stator acts as a core just as that used in the conventional motor, and the eddy current flowing in the stator can be reduced. Consequently, it is possible to realize an LPM that has a lower loss and can perform high-speed operation. In this case, as the stator is prepared as a laminate of plate shape members, the moving element should also follow it [sic; should also have the same structure]. /10

Also, in this device, if balls indicated as (14) in Figure 13 are used in place of rollers as the supporting method for moving element (1), recovery can be realized easily even when the moving element makes displacement.

Also, as shown in Figure 14, one may also adopt a mechanical displacement suppressing means, such as flange (5) of roller (2) and groove (7) of stator (6) as an auxiliary means at the same time. In this case, it is possible to reduce the friction and impact load between flange (5) and groove (7). Also, as a carriage driving source of an impact serial printer, one may use an electromagnet in place of permanent magnet (51) shown in Figure 2(a), and excite the electromagnet only when impact is performed.

## Effects of the device

As explained in detail in the above, the linear pulse motor of this device has a simple structure, yet a high recovering force. Consequently, it is expected to display major effects in practical applications.

### 4. Brief description of figures

/11

Figure 1 is a schematic diagram illustrating the main portion of a printer. Figure 2 illustrates a conventional linear pulse motor. Figure 2(a) is a cross-sectional view. Figure 2(b) is a front view. Figure 3 is an oblique view of the conventional stator. Figures 4(a), (b) illustrate the case when the tooth width of the stator is equal to that of the moving element in the prior art. Figures 5(a), (b) illustrate the case when the tooth width of the stator is larger than that of the moving element in the prior art. Figures 6(a), (b), (c) illustrate the displacement suppressing means for the moving element of the conventional linear pulse motor. Figure 7(a) and Figure 8(a) are front views illustrating the structure of a linear pulse motor of this device. Figure 7(b) and Figure 8(b) are diagrams illustrating the state when a recovering force acts immediately after displacement in the moving element when an external force is applied on the linear pulse motor. Figure 9 is a diagram illustrating the structure of the stator of the linear pulse motor in this device. Figure 10(a) and Figure 11(a) illustrate the first modified application example of this device. Figure 10(b) and Figure 11(b) are diagrams illustrating the state when a recovering force is generated in this modified application example. Figures 12 (a), (b) are diagrams illustrating the case when the stator of the linear pulse motor of this device is made of laminated sheets. Figure 13 is a diagram illustrating the state when an auxiliary means is adopted in this device. Figure 14

/12

- |                   |                         |  |
|-------------------|-------------------------|--|
| 1                 | Moving element          |  |
| 2                 | Roller                  |  |
| 5                 | Flange                  |  |
| 6                 | Stator                  |  |
| 7                 | Groove                  |  |
| 14                | Ball                    |  |
| 23, 23a, 23b, 23c | Teeth of stator         |  |
| 24                | Groove                  |  |
| 40, 40a, 40b, 40c | Teeth of moving element |  |

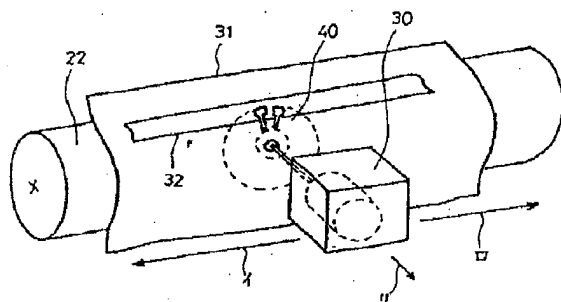


Figure 1

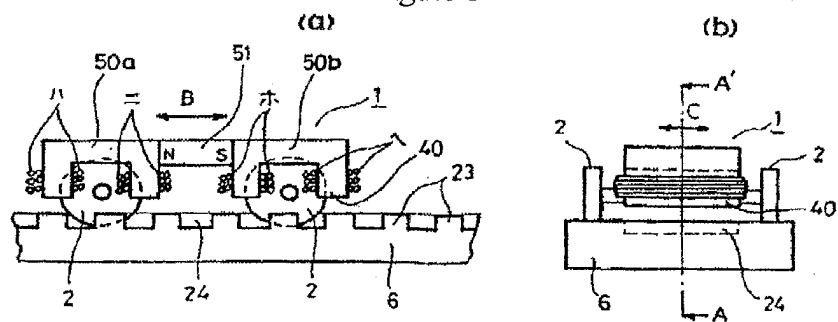


Figure 2 (a,b)

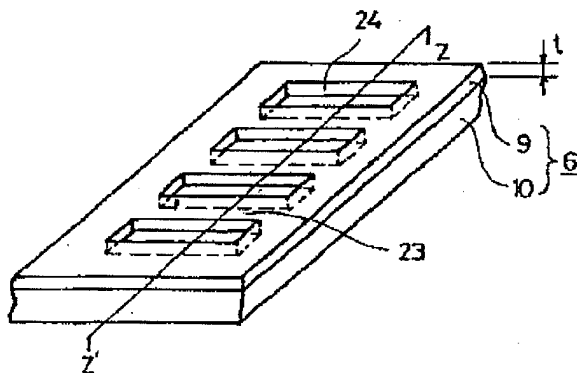
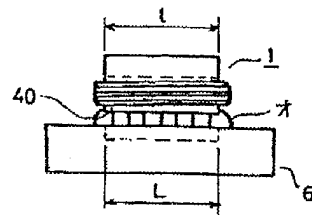


Figure 3

(a)



(b)

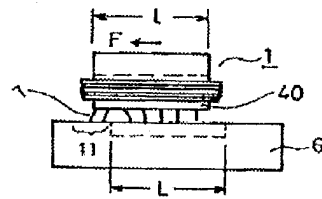
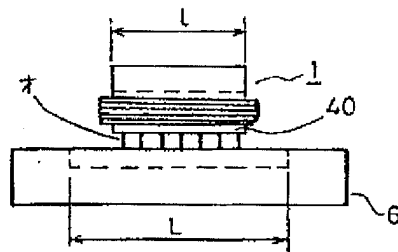


Figure 4 (a,b)

(a)



(b)

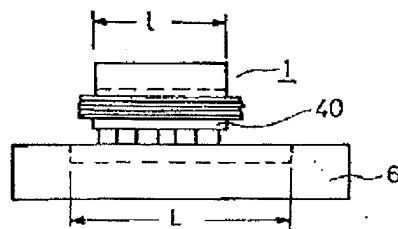


Figure 5 (a,b)

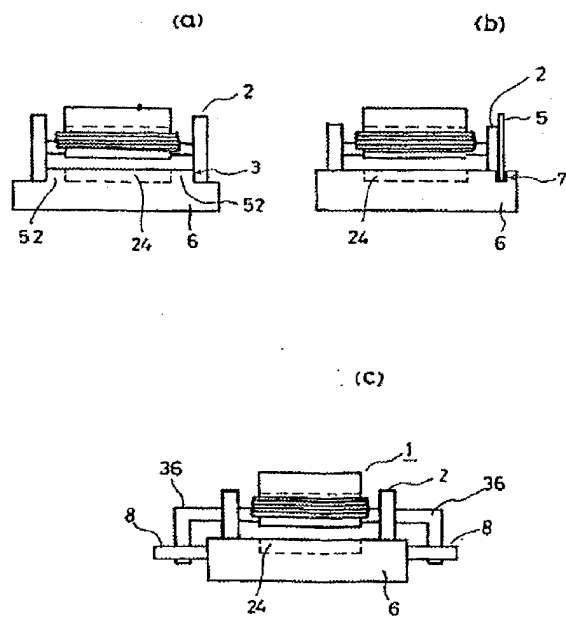
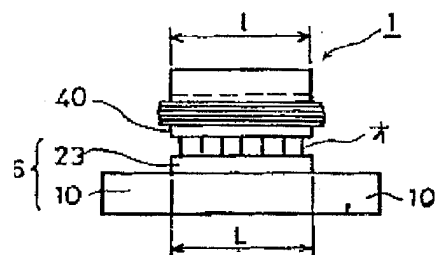


Figure 6 (a,b,c)



(b)

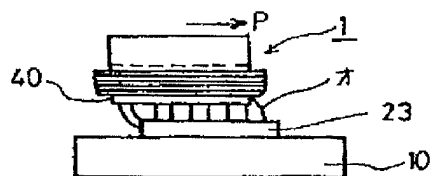


Figure 7 (a,b)

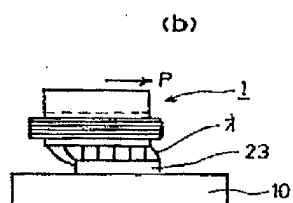
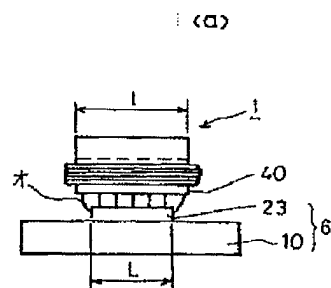


Figure 8 (a,b)

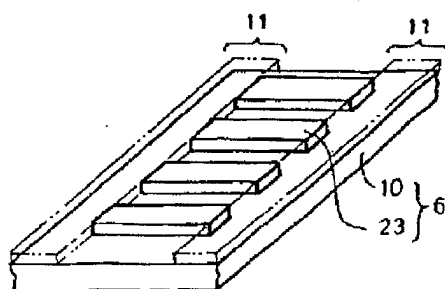


Figure 9

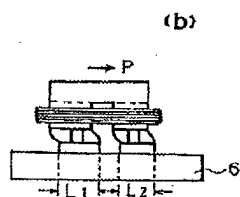
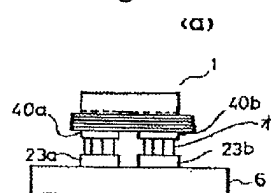


Figure 10 (a,b)

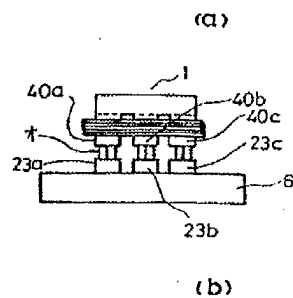


Figure 11 (a,b)

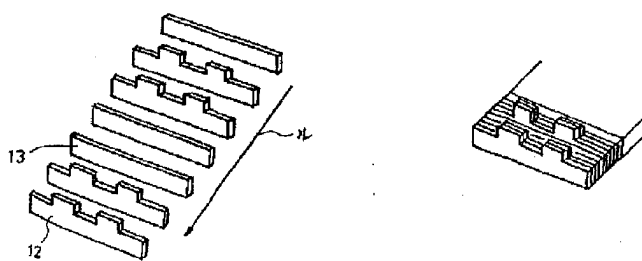


Figure 12 (a,b)

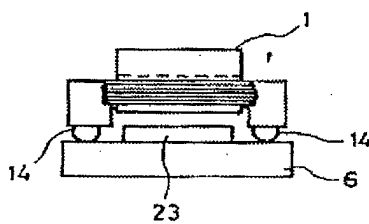


Figure 13

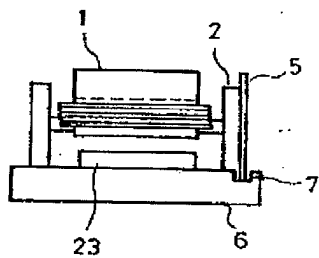


Figure 14